姜黄渣对蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄胆固醇和丙二醛含量的影响

张　旭[1,2,3]　蒋桂韬[2]　王向荣[2]　李昊帮[2]　黄璇[2]　李闯[2]　戴求仲[1,2,3*]

（1.中国农业科学院麻类研究所，长沙 410205；2.湖南省畜牧兽医研究所，长沙 410131；3.湖南畜禽安全生产协同创新中心，长沙 410128）

摘　要：本试验旨在研究饲粮中添加姜黄渣对蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄中脂肪、胆固醇和丙二醛（MDA）含量的影响。试验选用46周龄健康产蛋期罗曼褐蛋鸡384羽，随机分成4个组，每组6个重复，每个重复16只鸡。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中分别添加0.5%、1.0%和1.5%姜黄渣的试验饲粮。预试期7 d，试验期56 d。结果表明：与对照组相比，饲粮中添加姜黄渣对蛋鸡的平均日采食量、产蛋率、平均蛋重、料蛋比和死淘率均无显著影响（$P>0.05$），饲粮中添加1.5%的姜黄渣能够显著提高蛋鸡的合格蛋率（$P<0.05$），显著降低软破蛋率和次品蛋率（$P<0.05$），饲粮中添加姜黄渣对蛋鸡的蛋品质无显著影响（$P>0.05$），饲粮中添加0.5%、1.0%和1.5%的姜黄渣能够显著降低蛋鸡蛋黄中胆固醇和丙二醛含量（$P<0.05$）。由此可知，饲粮中添加姜黄渣能够提高蛋鸡的合格蛋率，降低次品蛋率和软破蛋率，降低蛋黄中胆固醇和丙二醛含量。

关键词：姜黄渣；蛋鸡；生产性能；蛋品质；胆固醇；丙二醛

中图分类号：S831

姜黄，别名黄姜，是一种具有活血、散瘀、舒肝、降血脂等功效的中药材，其活性成分为黄酮类姜黄素和各种挥发油[1]。姜黄素具有广泛的抗氧化活性[2]，能够清除体内自由基，

收稿日期：2016-02-26

基金项目：湖南省高等学校创新能力提升计划项目

作者简介：张　旭（1979-），女，黑龙江齐齐哈尔人，硕士，副研究员，主要从事饲料营养价值评定和饲料资源研究与利用工作。E-mail: zhx.f2002@163.com

*通信作者：戴求仲，研究员，博士生导师，E-mail: daiqiuzhong@163.com

具有保肝和抗癌作用[3]，还能够降低体内胆固醇和甘油三酯的含量，对心脑血管系统起到保护作用[4]。挥发油和姜黄素都具有较强的抗炎和抑菌效果[5-6]。姜黄素作为饲料添加剂添加到肉鸡饲粮中，具有防治疾病、改善肉鸡健康状况、提高生产性能和饲料利用率、改善畜产品品质、调节机体免疫功能等作用[7-9]。姜黄渣是姜黄经有机溶剂提取姜黄素和姜黄油后干燥并粉碎制成的粉末状物质，姜黄中含有 3%~6%的姜黄素[10]，经提取姜黄素后仍有部分姜黄素残留在姜黄渣中[11]，姜黄渣中还含有淀粉、蛋白质、脂肪、纤维素、微量元素和生物碱等物质，若将其作为饲料添加剂用于动物生产不仅是对废弃资源的合理利用，还可能对动物的生产性能和机体状况产生有利影响。印度和中国等亚洲国家的热带地区是姜黄的主要产地，随着姜黄素在医药和保健领域需求的逐渐增加，我国对姜黄的进口量逐年增加，从 2009 年的 2 t 增加到 2014 年的 1 000 t 左右，作为姜黄素生产的副产品，姜黄渣的产量也逐年增加，将姜黄渣用于动物生产对增加姜黄的产品附加值和提高动物的生产性能都有一定的作用，也有利于提高经济效益。本研究旨在探讨姜黄渣对蛋鸡生产性能、蛋品质及蛋黄中脂肪、胆固醇和丙二醛（MDA）含量的影响，为其在动物生产中的应用提供依据和指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

姜黄渣：购自河南莱尔茵生物科技有限公司。姜黄渣中营养物质的含量经实验室分析测得：干物质 91.71%，粗蛋白质 5.16%，粗脂肪 1.21%，粗纤维 8.67%，总能 14.77 MJ/kg，鸡表观代谢能 5.89 MJ/kg；15 种氨基酸的含量如下：天冬氨酸 0.79%，谷氨酸 0.74%，组氨酸 0.20%，丝氨酸 0.12%，甘氨酸 0.34%，苏氨酸 0.25%，精氨酸 0.24%，丙氨酸 0.25%，酪氨酸 0.18%，蛋氨酸 0.05%，缬氨酸 0.40%，苯丙氨酸 0.32%，异亮氨酸 0.30%，亮氨酸 0.54%，赖氨酸 0.15%。

胆固醇标准品：纯度≥99.7%（中国计量科学研究院）。

微量丙二醛测定试剂盒：南京建成生物工程研究所。

1.2　试验动物与饲养管理

试验选用 46 周龄健康产蛋期罗曼褐蛋鸡 384 羽，采用单因素完全随机设计，将试验鸡分为 4 个组，每组 6 个重复，每个重复 16 只鸡。预试期 7 d，正试期 56 d。

试验鸡分上、下 2 层阶梯笼养，每笼 1 只，各重复均匀分布于鸡舍。自由采食与饮水，自然光照与人工光照、自然通风和横向负压通风相结合。每日清理鸡粪和捡蛋各 2 次，按常规进行鸡只免疫和栏舍消毒。

1.3　试验设计与试验饲粮

基础饲粮参照 NRC（1994）蛋鸡的营养需要配制。对照组饲喂基础饲粮，试验组饲喂在基础饲粮中分别添加 0.5%、1.0%和 1.5%姜黄渣的试验饲粮。试验饲粮组成及营养水平见表 1。

表 1　试验饲粮组成及营养水平(风干基础)

Table 1　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

项目	姜黄渣添加水平 Turmeric residue supplemental level/%			
Items	0	0.5	1.0	1.5
原料 Ingredients				
玉米 Corn	53.00	52.45	51.87	51.29
米糠 Rice bran	8.00	8.00	8.00	8.00
小麦麸 Wheat bran	3.00	3.00	3.00	3.00
大豆粕 Soybean meal	7.00	7.04	7.09	7.14
棉籽粕 Cottonseed meal	12.00	12.00	12.00	12.00
菜籽粕 Rapeseed meal	6.00	6.00	6.00	6.00
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	0.80	0.80	0.80	0.80
石粉 Limestone	8.73	8.73	8.73	8.73

姜黄渣 Turmeric residue		0.50	1.00	1.50
大豆油 Soybean oil		0.01	0.04	0.07
食盐 NaCl	0.30	0.30	0.30	0.30
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00	1.00	1.00
L–赖氨酸 *L*-Lys	0.05	0.05	0.05	0.05
DL–蛋氨酸 *DL*-Met	0.12	0.12	0.12	0.12
合计 Total	100.00	100.00	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]				
代谢能 ME/(MJ /kg)	10.45	10.45	10.45	10.45
粗蛋白质 CP	16.74	16.74	16.74	16.74
亚油酸 Linoleic acid	1.74	1.74	1.74	1.74
粗纤维 CF	3.88	3.92	3.95	3.99
赖氨酸 Lys	0.77	0.77	0.77	0.77
蛋氨酸 Met	0.48	0.48	0.48	0.48
钙 Ca	3.60	3.60	3.60	3.60
总磷 TP	0.65	0.65	0.65	0.65
非植酸磷 Non-phytate phosphorus	0.29	0.29	0.29	0.29

[1)] 预混料为每千克饲粮提供 Premix provided the following per kg of diets：Fe (as ferrous sulfate) 70 mg，Cu (as copper sulfate) 20 mg，Zn (as zinc sulfate) 70 mg，Se (as sodium selenite) 0.5 mg，VA 7 000 IU，VD_3 2 500 IU，VE 30 mg，VK_3 1 mg，VB_1 1.5 mg，VB_2 4 mg，VB_6 1.5 mg，烟酸 nicotinic acid 30 mg，叶酸 folic acid 0.55 mg，*D*–泛酸 *D*-pantothenic acid 10 mg，VB_{12} 0.02 mg，生物素 biotin 0.16 mg，胆碱 choline 400 mg。

[2)]营养水平均为计算值。Nutrient levels were all calculated values.

1.4 测定指标与方法

1.4.1 生产性能

试验期间每天按重复记录产蛋总数、总蛋重、采食量、软破蛋（软壳蛋、破壳蛋）数、次品蛋（畸形蛋、薄壳蛋、沙壳蛋）数和死淘鸡数，以组为单位统计产蛋率、平均蛋重、合格蛋率、软破蛋率、次品蛋率、死淘率、平均日采食量和料蛋比。

1.4.2 蛋品质

试验期间每 7 d 从每重复抽取接近平均蛋重的鸡蛋 1 枚，用于测定蛋白比率、蛋黄比率、蛋壳厚度（蛋壳厚度测定仪）、蛋形指数（游标卡尺）、蛋黄颜色（蛋黄比色卡）及蛋白高度（蛋白高度测定仪），计算哈氏单位，计算公式为：哈氏单位=100×log（H-1.7$W^{0.37}$+7.60），其中 H 为蛋白高度（mm），W 为蛋重（g）。将 56 d 数据的平均值以组为单位进行统计。

1.4.3 蛋黄中粗脂肪、胆固醇和丙二醛含量

试验期间每 7 d 从每重复抽取接近平均蛋重的鸡蛋 1 枚，用于分析蛋黄中粗脂肪（索氏提取法）、胆固醇（高效液相色谱法）和丙二醛含量。将 56 d 数据的平均值以组为单位进行统计分析。

胆固醇含量测定的前处理方法参照张蓉真等[12]的直接萃取法，准确称取蛋黄 5 g，溶解定容至 50 mL，吸取蛋黄稀释液 1.0 mL 于 10 mL 离心管中，加入 95%乙醇 1.0 mL，用漩涡振荡器混匀后，加入乙醚 2.5 mL，再次混匀后加入石油醚 2.5 mL，震荡混匀，用离心机 3 000 r/min 离心 5 min，将上层萃取液取出在低于 45 ℃条件下用氮气吹干，加入无水乙醇 2.0 mL 溶解，用 0.45 μm 有机微孔滤膜过滤后进样。色谱条件为色谱柱：ZORBAX Eclipse XDB-C18，4.6 mm×150 mm，5 μm；流动相：乙腈-异丙醇（4:1，V/V）；流速：0.8 mL/min；柱温：35 ℃；检测波长：210 nm；进样量：10 μL。胆固醇保留时间为 12.571 min。

1.5 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2010 软件进行初步处理，用 SPSS 19.0 统计软件进行单因素方差分析（one-way ANOVA），作独立样本 t 检验，显著水平为 $P<0.05$，差异显著者再进行 Duncan

氏法多重比较。试验结果以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 姜黄渣对蛋鸡生产性能的影响

姜黄渣对蛋鸡生产性能的影响见表 2。与对照组相比，饲粮中添加姜黄渣对蛋鸡的平均日采食量、产蛋率、平均蛋重、料蛋比和死淘率均无显著影响（P＞0.05）；与对照组相比，饲粮中添加 0.5%、1.0%和 1.5%的姜黄渣可分别提高蛋鸡的合格蛋率 2.33%（P＞0.05）、0.46%（P＞0.05）和 5.25%（P＜0.05），分别降低软破蛋率 39.90%（P＞0.05）、48.56%（P＞0.05）和 56.73%（P＜0.05），分别降低次品蛋率 15.40%（P＞0.05）、10.51%（P＞0.05）和 43.03%（P＜0.05）。

表 2　姜黄渣对蛋鸡生产性能的影响

Table 2　Effects of turmeric residue on performance of laying hens

项目	姜黄渣添加水平 Turmeric residue supplemental level/%				P 值
Items	0	0.5	1.0	1.5	P-value
平均日采食量 ADFI/g	102.39±6.33	108.76±7.19	108.04±3.55	105.10±4.65	0.397
产蛋率 Laying rate/%	80.92±5.34	82.94±8.44	82.69±8.65	81.36±3.43	0.943
平均蛋重 Average egg weight/g	65.79±1.19	67.09±1.75	66.54±1.66	67.47±1.32	0.266
合格蛋率 Qualified rate of egg/%	89.74±3.72^{b}	91.83±3.47^{ab}	90.15±4.92^{ab}	94.45±2.38^{a}	0.184
软破蛋率 Soft-broken rate of egg/%	2.08±1.29^{a}	1.25±0.90^{ab}	1.07±0.54^{ab}	0.90±0.23^{b}	0.107
次品蛋率 Defective rate of egg/%	8.18±2.64^{a}	6.92±2.59^{ab}	7.32±3.51^{ab}	4.66±2.45^{b}	0.165
料蛋比 Feed/egg	2.05±0.22	2.08±0.17	2.09±0.11	2.04±0.16	0.935
死淘率 Mortality/%	2.08±3.23	2.08±3.23	2.08±3.23	2.08±3.23	1.000

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（P＜0.05），相同或无字母表示差异不显著（P＞0.05）。

下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (P＜0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (P＞0.05). The same as below.

2.2 姜黄渣对蛋鸡蛋品质的影响

姜黄渣对蛋鸡蛋品质的影响见表 3。与对照组相比，饲粮中添加姜黄渣可提高蛋鸡的蛋壳厚度、蛋形指数、蛋黄颜色和哈氏单位，但差异均不显著（P＞0.05）。

表 3 姜黄渣对蛋鸡蛋品质的影响

Table 3 Effects of turmeric residue on egg quality of laying hens

项目	姜黄渣添加水平 Turmeric residue supplemental level/%				*P* 值
Items	0	0.5	1.0	1.5	*P*-value
蛋白比率 Protein ratio/%	66.47±0.27	65.99±0.79	66.78±0.84	66.03±1.28	0.444
蛋黄比率 Yolk ratio/%	23.18±0.56	23.49±0.74	23.13±0.81	23.31±1.11	0.901
蛋壳厚度 Eggshell thickness/mm	0.40±0.037	0.43±0.01	0.41±0.02	0.42±0.01	0.145
蛋形指数 Egg shape index	1.31±0.01	1.33±0.01	1.34±0.02	1.31±0.02	0.462
蛋黄颜色 Yolk color	8.40±0.37	8.64±0.43	8.44±0.43	8.56±0.52	0.818
哈氏单位 Haugh unit	81.54±3.22	82.11±1.70	84.55±2.38	84.23±2.27	0.174

2.3 姜黄渣对蛋鸡蛋黄中粗脂肪、胆固醇和丙二醛含量的影响

姜黄渣对蛋鸡蛋黄中粗脂肪、胆固醇和丙二醛含量的影响见表 4。与对照组相比，饲粮中添加 0.5%、1.0%和 1.5%的姜黄渣可分别降低蛋黄中粗脂肪含量 1.79%（P>0.05）、2.04%（P>0.05）和 1.07%（P>0.05），分别降低胆固醇含量 17.87%（P＜0.05）、21.82%（P＜0.05）和 18.52%（P＜0.05），分别降低丙二醛含量 13.61%（P＜0.05）、20.39%（P＜0.05）和 22.71%（P＜0.05）。

表 4　姜黄渣对蛋鸡蛋黄中粗脂肪、胆固醇和丙二醛含量的影响

Table 4　Effects of turmeric residue on the contents of ether extract, cholesterol and malondialdehyde in yolk of laying hens

项目	姜黄渣添加水平 Turmeric residue supplemental level/%				*P* 值
Items	0	0.5	1.0	1.5	*P*-value
粗脂肪（干物质基础） Ether extract （dry matter basis）/%	63.73±0.84	62.59±1.70	62.43±0.55	63.05±1.18	0.412
胆固醇 Cholesterol/（mg/g）	12.42±1.14^{a}	10.20±1.08^{b}	9.71±1.32^{b}	10.12±2.50^{b}	0.055
丙二醛 Malondialdehyde/（nmol/g）	79.51±6.56^{a}	68.69±6.47^{b}	63.30±9.23^{b}	61.45±5.80^{b}	0.016

3　讨论

3.1　姜黄渣对蛋鸡生产性能和蛋品质的影响

研究表明，饲粮中添加姜黄粉或姜黄素能够显著提高肉鸡的日增重、降低料重比[7-9,13]，但对蛋鸡的平均蛋重、产蛋量、产蛋率和料蛋比等生产性能指标未见显著的改善作用[14-16]。姜黄渣作为姜黄加工的副产品，对畜禽的影响与姜黄素可能相似但未必完全相同，目前针对姜黄渣的研究报道甚少。本研究发现，饲粮中添加姜黄渣可增加蛋鸡的产蛋率和平均蛋重，但差异不显著；添加 1.5%的姜黄渣能够显著提高蛋鸡的合格蛋率，显著降低软破蛋率和次品蛋率。研究也发现，软破蛋的产生与蛋壳质量和钙、磷、维生素的营养水平有关，添加姜黄渣可增加蛋壳厚度，同时降低软破蛋率[17]，而姜黄渣是否能改善蛋鸡对钙、磷的利用率还需进一步的试验验证。次品蛋的产生多与疾病、应激和营养等因素有关[18]，Samarasinghe 等[13]研究表明，姜黄粉能够提高肉鸡对饲粮能量和蛋白质的利用率，姜黄渣在改善蛋鸡营养状况方面可能与姜黄粉具有相似性。

饲粮中添加姜黄素会使蛋鸡的蛋黄颜色、蛋壳厚度和哈氏单位有所提高[16]，这与本试验结果相一致，说明姜黄渣与姜黄素对蛋品质的影响具有一定的相似性。哈氏单位是反映蛋

白状况和蛋新鲜度的一个指标，姜黄素具有清除体内自由基的抗氧化功能[2]，有利于保持蛋白质的性质和功能，有利于提高蛋的哈氏单位。但由于姜黄渣中姜黄素含量较低，添加 0.5%、1.0%和 1.5%的姜黄渣蛋黄颜色和哈夫单位有提高的趋势，但与对照组差异不显著。本研究中姜黄渣的最大添加量为 1.5%，提高姜黄渣的添加量是否会对蛋品质指标产生显著影响还有待进一步研究。

3.2 姜黄渣对蛋黄中粗脂肪、胆固醇和丙二醛含量的影响

本研究结果表明，饲粮中添加姜黄渣对蛋鸡蛋黄中粗脂肪含量无显著影响，Keshavarz[15]和杨伟[16]在蛋鸡饲粮中添加姜黄素也得到了类似的结果。在小鼠、大鼠、家兔等动物的试验研究中发现姜黄素具有明显的降低血清总胆固醇含量的作用[19-22]，在肉鸡的试验研究中发现饲粮中添加250和350 mg/kg姜黄素能够显著降低爱拔益加肉鸡和皖南江黄鸡的腹脂率、肝脂率和皮下脂肪厚度[23]，且饲粮中添加姜黄素能够显著降低肉仔鸡血清中总脂和总胆固醇含量[24]。但在蛋鸡的试验研究中得到的结果却不尽相同，有研究认为姜黄素不能显著影响蛋鸡血清和蛋黄中的胆固醇含量[15-16]，但本试验饲粮中添加姜黄渣可显著降低蛋鸡蛋黄中的胆固醇含量，这与前人的研究结果不一致，不一致的原因可能与姜黄素或姜黄渣的添加剂量、姜黄渣中含有姜黄素以外的其它成分有关。对蛋鸡来说，肝脏和卵巢是合成胆固醇的主要场所[25]，肝脏的合成速度最快，蛋黄中胆固醇主要来源于肝脏中的极低密度脂蛋白（VLDL）和卵黄蛋白原（VTG）[26]，肝脏将胆固醇装配成极低密度脂蛋白胆固醇（VLDL-C）的形式分泌进血液，再经转运到达卵母细胞，形成蛋黄中胆固醇[27]。姜黄素能使肝素化血浆总脂解酶（PHTA）、脂蛋白脂酶（LPL）和肝脂酶的活性增高，从而加快胆固醇脂蛋白的代谢，使血清和肝脏总胆固醇含量显著降低[21]。姜黄渣也可能是通过调节蛋鸡肝脏中脂肪酶的活性，加快肝脏中胆固醇的代谢，从而减少进入血液中的胆固醇含量，进而减少了蛋黄中胆固醇的形成，但其详细机制有待于进一步试验验证。

丙二醛是脂质过氧化的主要产物，其含量反映了脂质的过氧化程度。姜黄素的分子结构

中含有酚羟基，具有抗氧化作用，并且是良好的自由基清除剂[28-29]。研究发现，姜黄素能够降低大鼠血清和肝脏中脂质过氧化物的含量，提高超氧化物歧化酶（SOD）和谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）的活性[30-31]。本研究表明，饲粮中添加姜黄渣能够显著降低蛋黄中丙二醛的含量，这种减少脂质过氧化物产生的作用可能与姜黄渣中含有一定量的姜黄素有关。

4 结 论

饲粮中添加 1.5%的姜黄渣能够显著提高蛋鸡的合格蛋率，显著降低软破蛋率和次品蛋率）；饲粮中添加 0.5%、1.0%和 1.5%的姜黄渣能够显著降低蛋黄中胆固醇和丙二醛含量。

参考文献：

[1] 韩婷,宓鹤鸣.姜黄的化学成分及药理活性研究进展[J].解放军药学学报,2001,17(2):95–97.

[2] ADAPALA N S L.Anti-oxidant and anti-inflammatory properties of curcumin mediate exacerbation of visceral leishmaniasis in susceptible and resistant strains of mice[D].Ph.D.Thesis.Pennsylvania,United States:Temple University,2007.

[3] AGGARWAL B B,KUMAR A,BHARTI A C.Anticancer potential of curcumin:preclinical and clinical studies[J].Anticancer Research,2003,23(1A):363–398.

[4] SEO K I,CHOI M S,JUNG U J,et al.Effect of curcumin supplementation on blood glucose,plasma insulin,and glucose homeostasis related enzyme activities in diabetic *db*/*db* mice[J].Molecular Nutrition & Food Research,2008,52(9):995–1004.

[5] KOHLI K,ALI J,ANSARI M J,et al.Curcumin:a natural anti-inflammatory agent[J].Indian Journal of Pharmacol,2005,37(3):141–147.

[6] CHAINANI-WU N C.Safety and anti-inflammatory activity of Curcumin:a component of tumeric (*Curcuma longa*)[J].The Journal of Alternative and Complementary Medicine,2003,9(1):161–168.

[7] 胡忠泽,金光明,王立克,等.姜黄素对肉鸡生产性能和免疫机能的影响[J].粮食与饲料工业,2004(10):44–45.

[8] 胡忠泽,闻爱友,王立克,等.姜黄素对皖江黄鸡肉质的影响[J].家禽科学,2009(9):7–10.

[9] 祝国强,王斌,侯风琴,等.姜黄素对肉鸡生产性能及肉品质的影响[J].饲料工业,2009,30(13):8–10.

[10] 赵欣,袁丹,孔令锋,等.国产姜黄药材质量的比较研究[J].沈阳药科大学学报，2006,23(4) :224–228.

[11] 刘莉,赵振东,刘志荣,等.不同溶剂对姜黄中姜黄素类化合物提取率的比较[J].湖北中医药大学学报,2016,18(1):33–35.

[12] 张蓉真,李珑,刘树滔,等.测定鸡蛋胆固醇的高效液相色谱新方法[J].色谱,1998,16(2):91–94.

[13] SAMARASINGHE K,WENK C,SILVA K F S T,et al.Turmeric (*Curcuma longa*) root powder and mannanoligosaccharides as alternatives to antibiotics in broiler chicken diets[J].Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,2003,16(10):1495–1500.

[14] 刘兆金,黄瑞林,张平,等.姜黄素在蛋鸡饲料添加剂中的应用研究[J].湖南饲料,2007(1):23–26.

[15] KESHAVARZ K.The influence of turmeric and curcumin on cholesterol concentration of eggs and tissues[J].Poultry Science,1976,55(3):1077–1083.

[16] 杨伟.姜黄素对蛋鸡生产性能、血清生化指标和养分利用率的影响[D].北京:中国农业大学,2010:9.

[17] 渠乐明.添加维生素AD_3和钙磷防止软破蛋试验[J].畜禽业,2007(2):17–19.

[18] 周桂平.浅析畸形蛋形成的原因[J].家禽科学,2009(9):28.

[19] 沃兴德,崔小强,唐利华.姜黄素对食饵性高脂血症大鼠血浆脂蛋白代谢相关酶活性的影

响[J].中国动脉硬化杂志,2003,11(3):223–226.

[20] ARAFA H M.Curcumin attenuates diet-induced hypercholesterolemia in rats[J].Medical Science Monitor:International Medical Journal of Experimental and Clinical Research,2005,11(7):BR228–BR234.

[21] 潘赞红,李薇,金鑫.姜黄素对高脂血症动物的实验研究[J].天津中医,1999,16(5):35–36.

[22] 石晶,陶沂,宋洪杰,等.姜黄素降血脂及抗动脉粥样硬化作用的实验研究[J].中国中西医结合杂志,2001,21(增刊1):18–20.

[23] 胡忠泽,胡元庆,王立克,等.姜黄素对不同品种肉鸡体脂沉积的作用及机理研究[J].安徽农学通报,2009,15(15):198–200.

[24] 祝国强,侯风琴.姜黄素对肉仔鸡日增重、脂质代谢、肉品质的影响[J].饲料博览,2007(3):49–51.

[25] NIMPF J,SCHNEIDER W J.Receptor-mediated lipoprotein transport in laying hens[J].Journal of Nutrition,1991,121(9):1471–1474.

[26] BURLEY R W,EVANS A J,PEARSOND J A.Molecular aspects of the synthesis and deposition of Hens' Egg yolk with special reference to low density lipoprotein[J].Poultry Science,1993,72(5):850–855.

[27] GRIFFIN H D.Manipulation of egg yolk cholesterol:a physiologist's view[J].World's Poultry Science Journal,1992,48(2):101–112.

[28] RAMSEWAK R S,DEWITT D L,NAIR M G.Cytotoxicity,antioxidant and anti-inflammatory activities of curcumins Ⅰ-Ⅲ from *Curcuma longa*[J].Phytomedicine,2000,7(4):303–308.

[29] MENON V P,SUDHEER A R.Antioxidant and anti-inflammatory properties of curcumin[J].Advances in Experimental Medicine and Biology,2007,595:105–125.

[30] 王舒然,陈炳卿,王朝旭,等.姜黄素降血脂及抗氧化作用的研究[J].中国公共卫生学报,1999,18(5):263–265.

[31] 韩刚,王传胜,原海忠,等.姜黄素固体分散体对衰老大鼠血脂及抗氧化能力的影响[J].营养学报,2009,31(2):195–197.

Effects of Turmeric Residue on Performance, Egg Quality and the Contents of Cholesterol and Malondialdehyde in Yolk of Laying Hens

ZHANG Xu[1,2,3] JIANG Guitao[2] WANG Xiangrong[2] LI Haobang[2] HUANG Xuan[2] LI Chuang[2] DAI Qiuzhong[1,2,3*]

（1. *Institute of Bast Fiber Crops, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Changsha* 410205, *China*; 2. *Hunan Institute of Animal Science and Veterinary Medicine, Changsha* 410131, *China*；3. *Hunan Co-Innovation Center of Animal Production Safety, Changsha* 410128, *China*）

Abstract: The aim of this experiment was to study the effects of dietary turmeric residue on performance, egg quality and the contents of ether extract, cholesterol and malondialdehyde in yolk of laying hens. Three hundred and eighty four 46-weeks-old healthy Roman brown laying hens in laying period were randomly assigned to four groups with six replicates per group and sixteen hens per replicate. The laying hens in the control group were fed a basal diet, and the others in experimental groups were fed the basal diet supplemented with 0.5%, 1.0% and 1.5% turmeric residue, respectively. The pretest lasted for 7 days, and the test lasted for 56 days. The results showed as follows: compared with the control group, diet adding turmeric residue had no significant effects on average daily feed intake, laying rate, average egg weight, the ratio of feed to egg and mortality of laying hens ($P>0.05$), diet adding 1.5% turmeric residue significantly increased the qualified rate of egg and decreased the soft-broken rate and defective rate of egg

*Corresponding author, professor, E-mail: daiqiuzhong@163.com (责任编辑　李慧英)

($P<0.05$), diet adding turmeric residue had no significant effect on egg quality ($P>0.05$), diet adding 0.5%, 1.0% and 1.5% turmeric residue significantly decreased the contents of cholesterol and malondialdehyde in yolk of laying hens ($P<0.05$). These results indicate that diet adding turmeric residue can increase the qualified rate of egg and decrease the soft-broken rate and defective rate of egg, and decrease the contents of the cholesterol and malondialdehyde in yolk of laying hens.

Key words: turmeric residue; laying hen; performance; egg quality; cholesterol; malondialdehyde